

ТРЕНДОВЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 1956-2014 гг.

© 2017 М.И. Гераськин, П.В. Порубова*

Ключевые слова: экономический рост, макроэкономическая динамика, прогнозирование, ВВП, основной капитал, инвестиции, фондоотдача, накопление капитала, занятость, моделирование НТП, Россия.

Выявление длительных, закономерных трендов макроэкономической динамики - необходимое условие прогнозирования экономической ситуации и выработки стратегии развития. Целью данного исследования являлась разработка математических моделей для описания и анализа длительных трендов макроэкономических показателей Российской Федерации (РСФСР). Моделирование осуществлялось на основе регрессионного анализа статистических данных по большинству показателей за период 1956-2014 гг. и по ВВП за более длительный период. В результате сформированы трендовые модели ВВП, основного капитала, инвестиций и ряда структурных макроэкономических показателей (коэффициент выбытия основного капитала, темп занятости, производительность труда, фондоотдача, норма накопления), анализ которых подтвердил их адекватность апробированным концепциям трудосберегающего научно-технического прогресса и фондоемкой формы воспроизводственного процесса. Предложена модель оценки уровня научно-технического прогресса как темпа изменения соотношения фондоотдачи и нормы накопления, анализ которой показал соответствие между цикличностью макроэкономических показателей и динамикой НТП.

Анализ и прогнозирование динамики макроэкономических индикаторов как информационного инструмента и одновременно как объекта государственного регулирования составляют одну из актуальных эконометрических проблем. Экономическая политика, нацеленная на экономический рост, должна основываться на адекватном прогнозном инструментарии, однако непредсказуемость кризисов, сотрясавших российскую экономику в последние десятилетия, свидетельствует о недостаточно развитой эконометрической методологии. В свою очередь, антикризисная и антициклическая политика, направленная на предотвращение или смягчение проявлений нестабильности в экономике, требует разработки адекватных реальности и полных по факторному составу моделей экономической динамики.

Анализ методических подходов к моделированию макроэкономической динамики показал, что наряду с абстрактно-теоретическими моделями кейнсианского и классичес-

кого вида также имеются разработки, построенные на эмпирическом материале разных стран, в том числе и России. Сложность моделирования динамики российской экономики на длительном (полувековом и более) интервале заключается в необходимости использования сопоставимых объектов (РСФСР и РФ) и оценочных макропоказателей. Поэтому многие опубликованные исследования охватывают ограниченные временные интервалы, относящиеся либо к советскому времени, либо к периоду рыночных реформ, ограничиваются лишь анализом статистических рядов без построения математических моделей и прогнозов на их основе. Например, серьезное статистическое изучение динамики экономики России в составе СССР проводилось как в России¹, так и за рубежом². Авторы исследований обратили внимание на неравномерность экономического развития, однако циклический характер динамики в российской литературе длительное время отрицался. Неравномерность развития пла-

* Гераськин Михаил Иванович, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой математических методов в экономике. E-mail: innovation@ssau.ru; Порубова Полина Владимировна, аспирант. E-mail: por-polina@yandex.ru. - Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (Самарский университет).

новой экономики ученые объясняли чаще всего внешними факторами и обстоятельствами, т. е. не видели в ней закономерного характера. Вместе с тем, в зарубежной литературе с 80-х гг. прошлого века признается циклический характер не только рыночной, но и плановой экономики³. Однако математические модели, описывающие циклические колебания в РСФСР, предложены не были.

В условиях рыночной трансформации у российских специалистов усилился интерес к экономической нестабильности и циклам. С.В. Смирновым исследована динамика промышленности как одной из ведущих отраслей национальной экономики в более чем вековой период российской истории (1861-2012). Автор монографии, используя официальные и альтернативные оценки промышленного производства, устанавливает датировки кризисов и приходит к выводу, что флуктуации в экономическом развитии СССР и России имеют явно выраженный циклический характер⁴.

В исследовании А. Клепача и Г. Куранова проанализированы и смоделированы темпы изменения промышленного производства за 1861-2012 гг. и его отдельные периоды, выявлен тренд темпа прироста российского ВВП за 1929-1991 гг., получены моделирующие функции темпов прироста ВВП за отдельные исторические периоды (1931-1940, 1940-1950, 1946-1960, 1953-1990, 1990-2009)⁵.

Современные прогнозы макроэкономической динамики РФ разработаны в основном по сценарным моделям, учитывающим многофакторность и многовариантность развития российской экономики в перспективе до 2030 г.⁶, но слабо опираются, с нашей точки зрения, на долгосрочные сложившиеся тренды развития российской экономики.

Целью нашего исследования являлась разработка математических моделей для описания и анализа длительных трендов макроэкономических показателей Российской Федерации (РСФСР). Для достижения этой цели ставились следующие задачи:

♦ во-первых, построение статистических регрессионных моделей широкого спектра макроэкономических показателей;

♦ во-вторых, анализ взаимосвязей динамики различных структурных показателей, интерпретируемых как факторы экономическо-

го развития, и разработка моделей их взаимосвязей;

♦ в-третьих, прогнозирование трендов структурных показателей и научно-технического прогресса на основе факторных моделей; оценка достоверности моделей.

Исходные материалы и методы. Моделирование основных макроэкономических показателей осуществлялось на основе регрессионного анализа статистических данных по РФ (включая РСФСР) за длительный период (за 59 лет). Использованы официальная статистика и скорректированные рядом авторов данные за период 1956-2014 гг. по реальному ВВП, инвестициям в основной капитал, по объему основного капитала, занятости и другим показателям⁷.

Относительные и структурные показатели эффективности - коэффициент выбытия основного капитала, норма накопления основного капитала, производительность труда, фондоотдача и др. - рассчитаны авторами на основе базовой статистики.

В качестве основных методов исследования использовались построение регрессионных моделей временных рядов (описывающих тренд динамики показателей и цикличность их изменения) и построение эконометрических факторных моделей для описания взаимосвязей структурных показателей.

На основе полученных моделей осуществлено прогнозирование указанных выше макроэкономических показателей РФ до 2030 г.

Трендовый анализ валовых показателей. Динамика реального ВВП РФ как комплексного показателя российской экономики (в том числе по данным РСФСР в составе СССР в 1956-1989 гг.) представлена на рис. 1, где базисные (от уровня 2014 г.) индексы роста и цепные темпы прироста рассчитаны по временным рядам, выраженным в сопоставимых ценах 2000 г.

Анализ показывает в целом положительный тренд реального объема национального производства, несмотря на существенные спады в начале 1960-х гг., снижение темпов прироста в 1970-х гг. (период застоя в экономике) и продолжительный трансформационный спад с конца 1980-х гг. вплоть до 1998 г. Этот спад привел к сокращению национального производства почти вдвое и потребовал длительного, почти десятилетнего периода

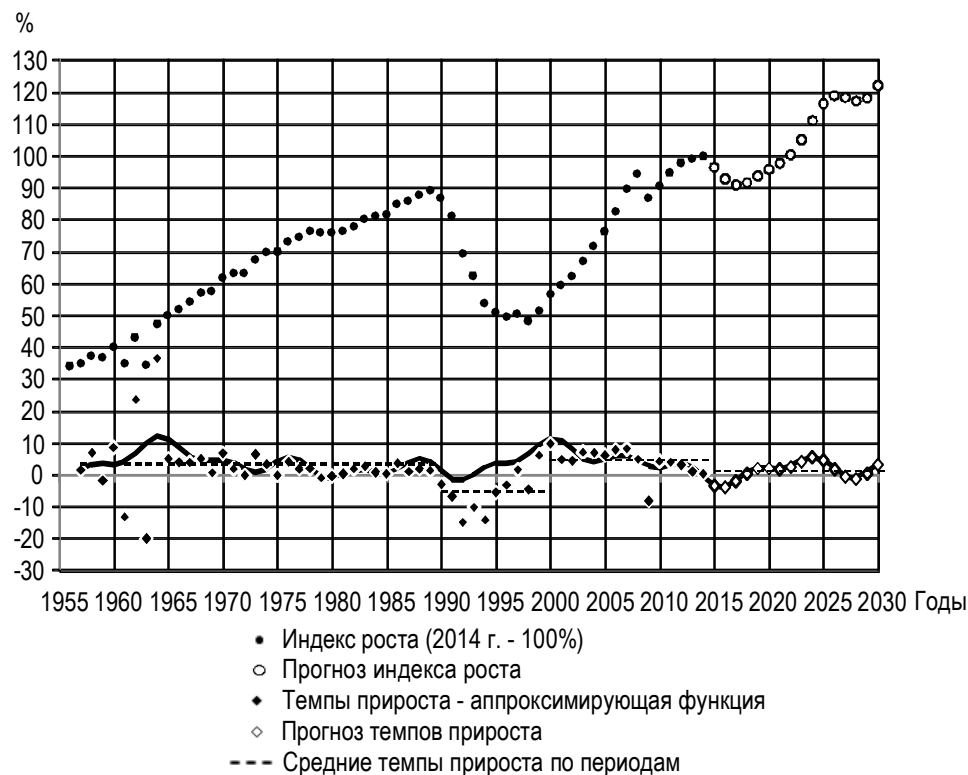


Рис. 1. Динамика реального ВВП РФ (РСФСР) и его прогнозные значения

восстановления, продолжавшегося до 2007 г., когда экономика достигла уровня 1988 г. Международные сравнения показывают, что российская экономика в XX в. характеризовалась более низкими средними темпами роста, чем многие страны мира⁸, а анализ динамики ВВП России, в том числе Российской империи, за период 1885-2014 гг. доказал, что трансформационный спад 1990-х гг. привел к наибольшим потерям объема национального производства за последние 130 лет. После восстановления экономики в 2007 г. повысительный тренд был прерван воздействием мирового экономического кризиса и изменением внешних условий (вступление в ВТО и международные экономические санкции), что обусловило снижение темпов роста ВВП и его абсолютное падение в 2015 г.

Исследования показали, что неравномерность динамики ВВП российской экономики имеет выраженную цикличность⁹, с учетом которой построена регрессионная модель динамики темпов прироста ВВП (см. рис. 1) вида

$$\begin{aligned}
 y = & 91,33 - 0,045t + 1,88 \sin(1,04t - 0,89) + \\
 & + 2,15 \sin(0,54t + 1,43) - \\
 & - 3,23 \sin(0,18t + 0,43) + \\
 & + 1,73 \sin(0,32t - 0,95), \quad (1)
 \end{aligned}$$

где y - темп прироста ВВП, %; t - год.

Модель (1) учитывает тренд развития экономики и цикличность темпов роста ВВП с периодами 6, 12, 19 и 35 лет.

Цикличность ВВП приводит к проблеме анализа не только экзогенных, но и эндогенных факторов развития; к последним относятся инвестиции в основной капитал, темпы выбытия капитала и занятости, фондоотдача и норма накопления. Факторы макроэкономической динамики обычно либо определяются в виде аргументов неоклассической производственной функции труда и капитала, как в концепциях Р. Солоу¹⁰, П. Ромера¹¹, Р. Лукаса¹², либо сводятся к фактору инвестиционной активности, как в однофакторных кейнсианских моделях мультипликации и акселерации Р. Харрода¹³, Е. Домара¹⁴.

Динамика указанных факторов исследована в данной статье в предположении о наличии взаимосвязи процессов капиталобращения и роста производительности труда и, как следствие, о взаимовлиянии неоклассических и кейнсианских факторов.

Динамика основного капитала в экономике РФ, его объем, структура и качественные характеристики оказывают влияние на

эффективность труда через его фондовооруженность, структуру экономики, качественные характеристики продукции и условий труда. Приведенные на рис. 2 индексы и темпы прироста основного капитала, рассчитанные по показателям, выраженным в ценах 2000 г., отражают устойчивый повышательный тренд, что объясняется длительным периодом воспроизводства основного капитала, в связи с чем слабее, чем для ВВП, выражена реакция этого показателя на краткосрочные вариации рыночной конъюнктуры. Кризисы, как правило, приводят к снижению интенсивности использования основного капитала, не ускоряя процессов его выбытия; низкая эластичность темпа экономического роста по темпу роста основного капитала отмечалась ранее при анализе динамики ведущих секторов российской экономики и крупных предприятий. Однако длительный период неблагоприятной рыночной конъюнктуры во время спада 1990-х гг. сопровождался приостановлением роста физического объема основного капитала в экономике РФ.

Модель тренда динамики основного капитала в рыночный период (начиная с 2005 г.) сформирована в виде

$$K = 1,05701,77 t - 1386353,49, \quad (2)$$

где K - основной капитал в сопоставимых ценах 2000 г.

Построенный на основе выявленного тренда прогноз предполагает средний темп прироста основного капитала в ближайшие

15 лет на уровне около 2%; в результате к 2025 г. основной капитал в ценах 2000 г. возрастет на 20% по сравнению с современным состоянием, а к 2030 г. - на 35%.

Динамика роста основного капитала определяется инвестиционным процессом как кейнсианским фактором экономического роста. Динамика реальных инвестиций в основной капитал российской экономики в анализируемый период, приведенная на рис. 3 и рассчитанная по показателям, выраженным в ценах 2000 г., характеризуется более тесной взаимосвязью с изменением индекса роста ВВП (коэффициент парной корреляции равен 0,9), чем с индексом роста основного капитала (коэффициент парной корреляции равен 0,5). Вместе с тем, спад инвестиционной активности российской экономики в 1990-е гг. был более глубоким, чем сокращение ВВП, а объем реальных инвестиций в сопоставимых ценах до сих пор не достиг уровня 1990 г., т. е. рост ВВП в 2000-е гг. осуществлялся устаревшей капитальной базой.

Трендовая модель инвестиционного процесса в РФ (РСФСР) сформирована в виде

$$i = -0,029t + 64,62 + 3,35 \sin(1,05t - 2,49) + 1,79 \sin(0,65t - 1,31) - 3,23 \sin(0,17t - 1,48) - 2,57 \sin(0,25t - 0,37) - 2,15 \sin(0,38t - 0,23), \quad (3)$$

где i - темп прироста инвестиций, %; t - год.

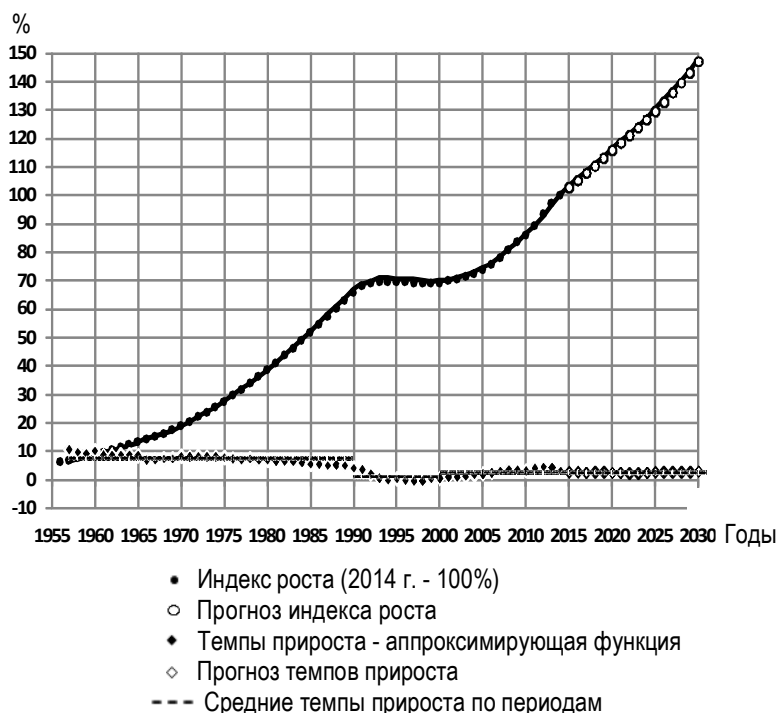


Рис. 2. Динамика основного капитала РФ и его прогнозные значения

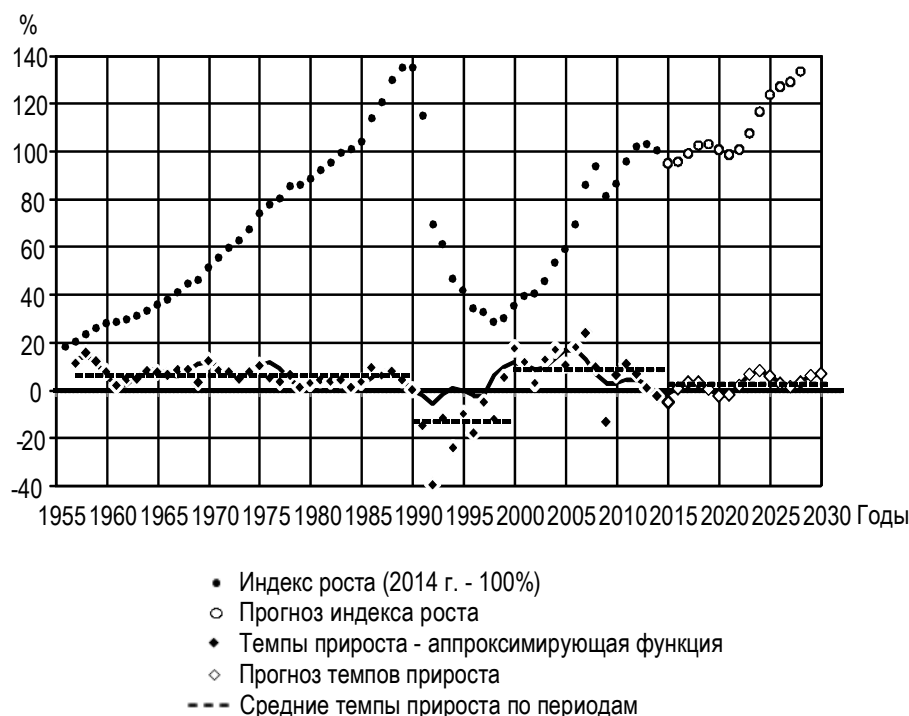


Рис. 3. Динамика реальных инвестиций в основной капитал РФ

Модель (3) включает в себя убывающий тренд и циклы с периодами 6, 10, 17, 25 и 37 лет, что расширяет исследования цикличности инвестиционной активности, проведенные авторами ранее за период 1946-1998 гг. В частности, в условиях плановой экономики РСФСР отмечены циклы с периодами 6, 10, 25 и 37 лет. Прогноз, построенный на основе статистики за 1956-2014 гг. по модели (3), показал, что в перспективе при сохранении сложившихся в этот период тенденций, средний темп прироста инвестиций составит около 3%.

Трендовый анализ структурных показателей. Динамика основного капитала, наряду с инвестиционным процессом, объясняется процессом выбытия основного капитала. В связи с отсутствием в официальной статистике регулярных данных о последнем с целью выявления тренда коэффициента выбытия основного капитала μ исследуем его взаимосвязь с инвестиционным процессом:

$$\mu = \mu_0 \frac{I}{K}, \quad (4)$$

где I - инвестиции в основной капитал; K - основной капитал; μ_0 - константа, количественно характеризующая коэффициент выбытия основного капитала при равенстве инвестиций и основного капитала.

Модель (4) отражает пропорциональность относительного уровня выбытия основного капитала его относительному обновлению.

Анализ динамических рядов μ , I , K за период 1957-2014 гг. показал их тесную взаимосвязь (коэффициент парной корреляции Пирсона составил 1,0), а представленный на рис. 4 график наглядно демонстрирует рост μ с увеличением соотношения I/K , численная аппроксимация которого приводит к модели вида

$$\mu = 0,782 \frac{I}{K}. \quad (5)$$

Модель (5) показывает, что в среднем за анализируемый период порядка 80% инвестиций использовались для замены вывостившегося капитала и 20% направлялись на его расширенное воспроизводство.

Второй фактор неоклассической производственной функции - труд - структурно характеризуется показателем занятости экономически активного населения, темпы прироста которого в экономике РФ (РСФСР) в анализируемом периоде приведены на рис. 5.

Занятость возрасала в 1956-1987 гг., демонстрируя устойчивую тенденцию снижения темпа своего прироста; в период трансформационного спада 1988-1999 гг. устойчивый тренд занятости не отмечался; в ос-

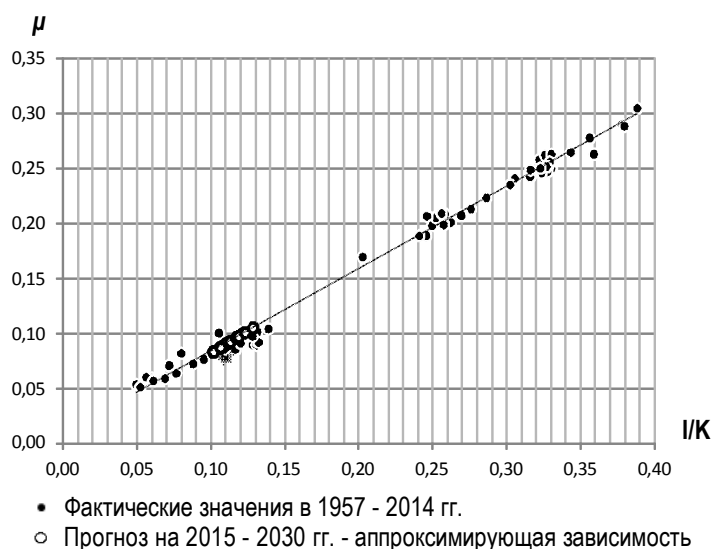


Рис. 4. Зависимость коэффициента выбытия основного капитала в РФ от отношения инвестиций к основному капиталу

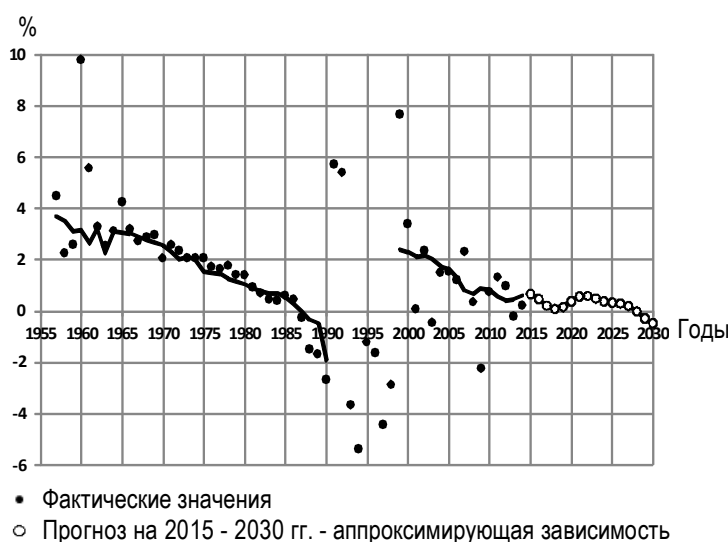


Рис. 5. Динамика и прогноз темпа прироста занятого населения в РФ

новном положительные, но снижающиеся темпы ее прироста отмечены в 2000-2014 гг.

Была исследована взаимосвязь между темпом прироста занятости и нормой накопления основного капитала:

$$l = l_0 + l_1 n, \quad (6)$$

где l - темп прироста занятости; n - норма

накопления основного капитала, $n = I/Y$;

Y - ВВП; l_0, l_1 - константы, l_0 соответствует темпу прироста занятости при отсутствии инвестиционного процесса (автономному приросту занятости), $l_1 < 0$ отражает темп падения l вследствие инвестиционного процесса в экономике.

Анализ динамических рядов l, n за период 1957-2014 гг. показал их тесную обратную взаимосвязь (коэффициент парной корреляции Пирсона составил $-0,73$). Представленные на рис. 5 зависимости описываются моделями типа (6), которая в параметризованном виде принимает следующий вид:

$$\begin{cases} l = 0,062 - 0,174n, & t \in [1957, 1989], \\ l = 0,051 - 0,174n, & t \in [2000, 2014]. \end{cases} \quad (7)$$

Зависимости сформированы по отдельным периодам 1957-1989 гг., 2000-2014 гг., в которые отмечены устойчивые тренды (рис. 6); при этом в период трансформационного спада 1990-1999 гг. рынок труда отличался резкой волатильностью.

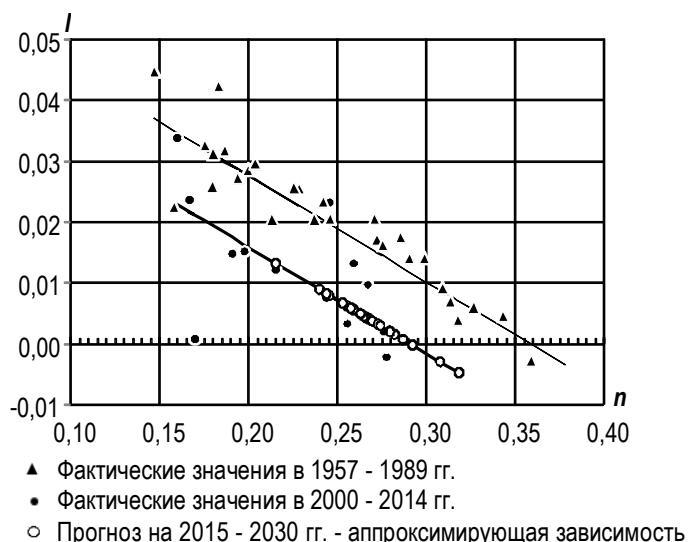


Рис. 6. Зависимость темпа прироста занятого населения в РФ от нормы накопления основного капитала

Эффективность использования ресурсов выступает немаловажным фактором динамики ВВП, исследованной на основе таких показателей, как производительность труда и капиталоотдача (фондоотдача). На рис. 7 представлена динамика производительности труда занятых в экономике РФ (РСФСР), рассчитанная по реальному ВВП в ценах 2000 г., произведенному на одного занятого в год. Характерно наличие двух повышательных трендов, первый из которых соответствует периоду плановой экономики РСФСР в 1956-

1989 гг., а второй - периоду восстановления экономики РФ в 2000-2014 гг. Трансформационный спад экономики в 1990-1999 гг. не сопровождался адекватным сокращением рабочей силы, использовались другие адаптационные механизмы, такие как вынужденные отпуска, сокращенная рабочая неделя, снижение уровня оплаты труда и наращивание кредиторской задолженности¹⁵, что обусловило снижение производительности труда. Прогноз производительности труда, представленный на рис. 7, получен на основе про-

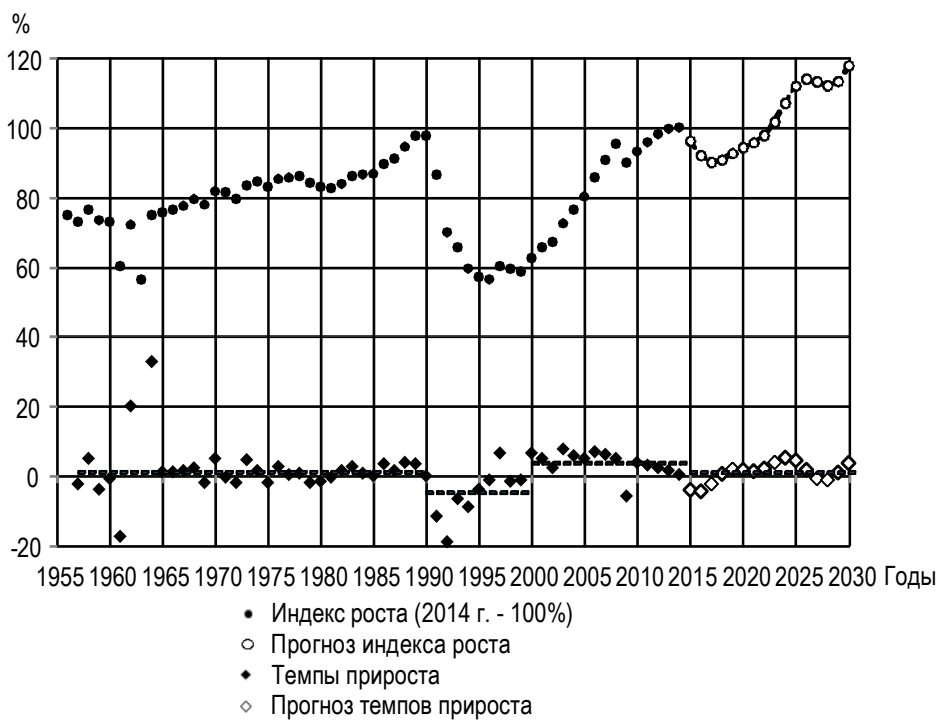


Рис. 7. Производительность труда в РФ

гноза численности занятых (см. рис. 5) и прогноза ВВП по модели (1).

Динамика эффективности использования капитала в экономике РФ (РСФСР) в виде фондоотдачи рассчитана на основе ВВП и основного капитала (основных фондов) в фактических ценах и представлена на рис. 8.

В отличие от представленных выше валовых и структурных показателей, динамика фондоотдачи демонстрирует стабильный понижающийся тренд, свидетельствуя о преобладании в экономике РФ фондоемкой формы воспроизводственного процесса, за исключением незначительного роста в непродолжительный период 1999-2007 гг. В частности, даже в период трансформационного спада в 1999-1999 гг. на фоне резкого сокращения ВВП (см. рис. 1) не отмечалось снижения основного капитала (см. рис. 2); в другие рассматриваемые периоды, как следует из рис. 8, темп роста основного капитала опережал темп роста ВВП.

Модель научно-технического прогресса. Наряду с трудом и капиталом, выступающими экстенсивными факторами экономического роста, ключевую роль в макроэкономической динамике играет интенсивный фактор научно-технического прогресса (НТП).

Введем гипотезу пропорциональности темпа НТП, темпа изменения соотношения фондоотдачи (y) и нормы накопления (n), основанную на том, что трудосберегающий НТП способствует повышению фондоотдачи, а фондосберегающий НТП выражается в сокращении нормы накопления. Фондоотдача обобщенно отражает как технический уровень основного капитала, так и его эффективность, косвенно характеризуя производи-

тельность труда. Норма накопления показывает пропорцию ВВП, соответствующую процессу обновления основного капитала, представляя собой экстенсивную характеристику НТП. Следовательно, динамика отношения показывает опережение роста эффективности основного капитала по сравнению с ростом его объема в экономике, т. е. количественно характеризует НТП. Выразим темп НТП в безразмерной форме, нормируя вариацию $\frac{y}{n}$ по обратному соотношению. В результате представим модель темпа НТП в виде

$$E = E_0 + \frac{d\left(\frac{y}{n}\right)}{dt} \frac{n}{y}, \quad (8)$$

где y - фондоотдача; n - норма накопления основного капитала; E_0 - коэффициент, характеризующий автономный темп НТП, не зависящий от изменения фондоотдачи.

Динамика темпа НТП по модели (8), показанная на рис. 9, имеет выраженный циклический характер, согласующийся с выявленной выше циклическостью ВВП. В связи с этим используем гармоническую аппроксимацию вида

$$E = 0,059 \sin(0,153t + 4,014). \quad (9)$$

Модель (9) имеет нулевой уровень автономного темпа НТП и период, равный 41 году. Прогноз по модели (9) показывает начало повышательной фазы НТП в 2017 г., что может создать предпосылки для активизации экономического роста.

Исследована связь между показателями, формирующими индикатор НТП, фондоотдачей и нормой накопления, которая оказалась

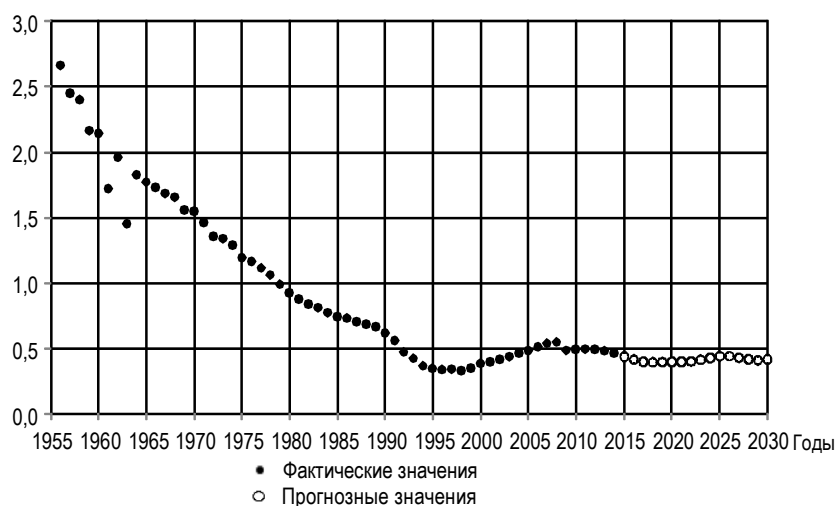
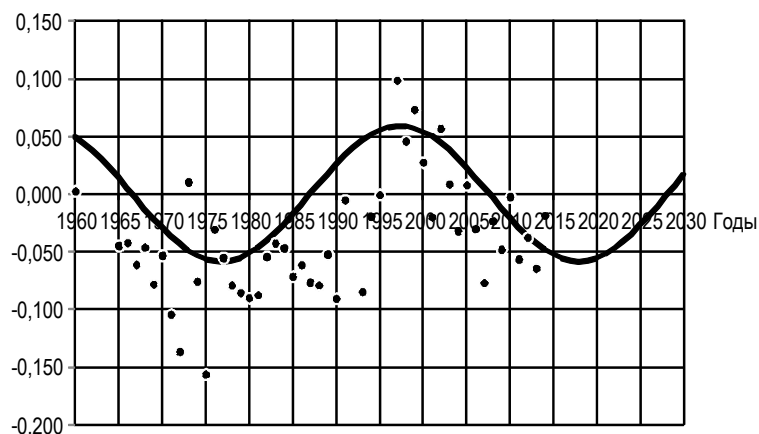


Рис. 8. Динамика фондоотдачи в РФ



• Фактические значения 2000 - 2014 гг. - аппроксимирующая зависимость

Рис. 9. Темп НТП в экономике РФ



▲ Фактические значения в 1956 - 1990 гг.
• Фактические значения в 1991 - 2014 гг.
○ Прогноз на 2015 - 2030 гг. - аппроксимирующая зависимость

Рис. 10. Зависимость нормы накопления капитала от фондоотдачи

достаточно тесной, что демонстрирует коэффициент корреляции Пирсона для периода 1956-1990 гг. равный $-0,96$, а для периода 1991-2014 гг. составляющий $0,78$.

Двухтрендовая модель нормы накопления от фондоотдачи определена в следующем виде:

$$n = \begin{cases} -0,140y + 0,459, & t \in [1956, 1990], \\ 0,565y - 0,177, & t \in [1991, 2014]. \end{cases} \quad (10)$$

Выявлены два периода, соответствующие плановой и рыночной экономике с разным характером зависимости. В советский период динамика фондоотдачи и нормы накопления были однонаправлены, а в рыночной выявилась обратная зависимость (рис. 10).

Обсуждение. Анализ прогнозов ВВП по построенной регрессионной модели показывает, что при инерционном сценарии (*ceteris paribus*) развития экономики наиболее веро-

ятно сохранение тренда сокращения физического объема ВВП вплоть до 2017 г. с перспективой к 2020 г. достижения уровня этого показателя, соответствующего 2014 г. при среднем темпе его прироста в последующее десятилетие около $2,5\%$. Это несколько выше прогноза, полученного ранее другими авторами по сценарному методу прогнозирования (инерционный вариант)¹⁶.

Построенная регрессионная модель динамики основного капитала по индексу его роста и темпам прироста позволила спрогнозировать увеличение данного фактора роста национальной экономики более чем на треть к 2030 г. по сравнению с 2014 г. Такой прогноз, учитывающий стагнацию капитала в 2008-2009, 2014 гг., является более пессимистичным, чем прогнозы по инерционному сценарию, сделанные ранее рядом авторов на основе данных за 1980-2005 гг.¹⁷.

Важность анализа инвестиционной активности заключается во влиянии инвестиций на объем национального производства, которое они оказывают благодаря эффектам мультипликации и акселерации. В ряде публикаций¹⁸, в том числе и авторов данной статьи, выявлено, что влияние этих эффектов в российской экономике ниже, чем в развитых странах; в частности, коэффициент мультипликации в экономике РФ, рассчитанный на основе реального ВВП, составляет 2,5, а для экономики США превышает 5. Эконометрическое моделирование реальных инвестиций в РФ (тренда роста и цикличности) и сделанный на основе модели прогноз на долгосрочную перспективу показали, что сохранение в данной сфере инерционных процессов (на уровне 3%-ного среднегодового прироста) позволит восстановить физический объем инвестиций в основной капитал уровня 1990 г. лишь к 2030 г. Отметим, что делавшиеся ранее группой авторов прогнозы инвестиций¹⁹, основались на высоких темпах прироста инвестиций (в среднем 11%) в 2000-2010 гг., ожидалось их дальнейшее увеличение в 2011-2015 гг. с замедлением до 4% к 2030 г.; однако фактически в 2011-2015 гг. темпы прироста инвестиций снизились до 4%. Поэтому прогноз по предложенной модели представляется более реалистичным и ставит задачу принятия радикальных мер в области государственной инвестиционной политики для преодоления инерционных процессов.

Моделирование занятости осуществлялось на основе исследования взаимосвязи между темпом прироста занятости и нормой накопления основного капитала, что соответствует концепции трудосберегающего научно-технического прогресса Р. Солоу²⁰. Исследование выявило наиболее устойчивые зависимости между данными макропоказателями по отдельным периодам 1957-1989 гг., 2000-2014 гг., по которым и были построены самостоятельные параметризованные модели, при этом исключен период трансформационного спада 1990-1999 гг., в течение которого показатели рынка труда отличались резкой волатильностью, что не раз отмечалось в специальных исследованиях рынка труда²¹. Анализ полученной модели занятости (см. рис. 6) свидетельствует, что в течение всего анализируемого периода инвестиционный процесс

имел стабильный трудосберегающий характер, приводя к снижению темпа прироста занятости на 17,4% в расчете на единичный прирост нормы накопления. Однако отличие рыночной экономики 2000-2014 гг. от плановой экономики 1957-1989 гг. выразилось в существенном снижении автономного темпа прироста занятости (с 0,062 до 0,051), в чем можно усмотреть качественный скачок роста производительности труда в последний период.

Сценарные прогнозы занятости в РФ, по данным ИДЕМ НИУ ВШЭ на 2010-2030 гг., предполагали абсолютное сокращение занятости по всем сценарным вариантам с 2010 г.²² Прогноз темпа прироста занятости (см. рис. 5) на основе модели (7) с учетом прогноза нормы накопления по моделям ВВП (1) и инвестиций (3) показывает возможность роста занятого населения в экономике РФ с 71,5 млн чел. в 2014 г. до 74,5 млн чел. к 2030 г. при сокращении темпов прироста занятого населения к 2030 г. до отрицательных значений. Таким образом, подтвердилось заложенное в модели (6) сочетание двух эффектов инвестиционного процесса: с одной стороны, инвестиции обеспечивают прирост используемого основного капитала и, как следствие, рост ВВП, что увеличивает спрос на рабочую силу; с другой стороны, обновление капитала вследствие инвестиционного процесса приводит к замещению трудозатратных технологий трудосберегающими, приводя в результате к сокращению спроса на труд. Поскольку согласно модели (7) для российской экономики в 1957-2014 гг. получено $I_1 < 0$, то второй эффект стабильно превалирует.

Моделирование макроэкономических показателей эффективности позволило осуществить прогнозы их перспективного состояния. Прогноз производительности труда, полученный на основе прогноза численности занятых (см. рис. 5) и прогноза ВВП по модели (1), позволяет предположить неблагоприятное влияние фактора труда на экономический рост в 2016-2018 гг. и дать его более позитивную оценку в 2020-2030 гг., что в целом согласуется с прогнозом, сделанным ранее группой авторов²³, но предполагает более низкий темп роста этого важного показателя.

Прогноз динамики фондоотдачи (см. рис. 8), сделанный на базе прогнозов ВВП (1) и основного капитала (2), несколько отличается от прогнозов, сделанных ранее рядом авторов²⁴. Их прогноз на 2006-2030 гг. включал в себя 4 сценария, три из которых предполагали тенденцию дальнейшего снижения фондоотдачи и один (инновационный на основе изменения качества роста) предусматривал ее незначительный рост. Фактически к 2014 г. оправдался прогноз снижения фондоотдачи до уровня 0,47 руб. с 1 руб. основного капитала согласно последнему сценарию. Прогноз динамики фондоотдачи, построенный на базе прогнозов ВВП по трендовой модели (1) и модели динамики основного капитала (2), позволяет предсказать стабилизацию показателя около уровня 0,42 руб. с 1 руб. основного капитала, что значительно выше его минимума 0,3 в 1995-1998 гг. и соответствует переходу к фондонеutralной форме воспроизводства. По количественным параметрам прогнозируемая на конец периода фондоотдача соответствует прогнозным значениям одного из инновационных сценариев роста²⁵.

Моделирование научно-технического прогресса как фактора макроэкономического развития осуществлялось в научной литературе на основе разных методологических подходов. В рамках неоклассической теории с помощью производственной функции проблема исследовалась на основе двух методологий. Во-первых, НТП выделяется как самостоятельный фактор наряду с трудом и капиталом (Р. Солоу, Э. Денисон и др.), фигурируя в виде таких количественных оценок НТП, как информационный поток, затраты на НИОКР и т. п. Во-вторых, опосредованное проявление НТП исследуется через повышение эффективности экстенсивных факторов экономического роста, в том числе за счет их реструктуризации. Предполагается, что НТП влияет либо на качество труда (Д. Роммер, Н. Менкью, Д. Уэйл) через распространение знаний, либо на качество основного капитала (Р. Нельсон, Д. Джордженсон, М. Надири, Г. Якоби, Э. Денни) за счет совершенствования техники, оцениваемой такими количественными показателями капитала, как срок его службы, степень использования, норма амортизации. Первая концеп-

ция, выражающая трудосберегающий тип НТП, в российской науке реализована в виде функции эффективности разновозрастных основных фондов и технологий²⁶, основанной на статистическом анализе сгруппированных по срокам службы компонентов основного капитала. В рамках второй концепции фондосберегающего НТП исследовалось влияние факторов возраста и качества капитала на динамику промышленного сектора российской экономики в 1991-2002 г.²⁷

Основные проблемы моделирования НТП, согласно рассмотренным методологическим подходам, заключаются в невозможности квантифицировать факторы НТП (например, уровень знаний или уровень технологий) или в отсутствии их регулярной статистической идентификации в масштабах макроэкономики (например, сроки службы техники), что осложняет верификацию моделей. В связи с этим в данном исследовании сформирована модель НТП, обобщающая концепции трудосбережения и фондосбережения, базирующаяся на доступной статистической информации.

Построенная на основе выдвинутой гипотезы о возможности выражения НТП через соотношение фондоотдачи и нормы накопления модель НТП в РФ (9) характеризуется ярко выраженной цикличностью с периодом в 41 год. Модель темпа НТП позволяет формально объяснить цикличность экономики РФ (РСФСР) в 1957-2014 гг. Прогноз по данной модели показывает возможность начала повышательной фазы цикла НТП уже в 2017 г., что важно для создания предпосылок перехода к экономическому росту. Среди причин циклического изменения темпа НТП исследователи называют неравномерность инвестиционного процесса, повторение стадий внедрения и использования инноваций, временные лаги между инвестициями в капитал и производством ВВП, а также другие факторы²⁸.

Исследование взаимосвязи компонентов индикатора НТП фондоотдачи и нормы накопления выявило два различающихся линейных тренда, соответствующих советскому периоду и периоду рыночной трансформации. Тренд обратной пропорциональности был характерен для плановой экономики в 1956-1990 гг., когда фондоотдача снижалась с

ростом нормы накопления, вследствие чего темп НТП (см. рис. 9) принимал преимущественно отрицательные значения. На практике это соответствовало государственной политике ускорения инвестиционного процесса, несмотря на снижение его эффективности. Тренд прямой пропорциональности отмечался в период рыночной экономики 1991-2014 гг., выражая повышение фондоотдачи с ростом нормы накопления, что приводило к преимущественно положительным или близким к нулю темпам НТП. В этом выражается феномен выбора объема инвестиций в экономике исходя из максимизации их эффективности, что соответствует конкурентной структуре рынка капитала.

Анализ модели взаимосвязи фондоотдачи и нормы накопления (10) показывает, что в 1956-1990 гг. единичный рост фондоотдачи требовал сокращения нормы накопления в 0,14 раза или, наоборот, единичный рост нормы накопления приводил к снижению фондоотдачи в 7,1 раза; в 2000-2014 гг. взаимовлияние этих факторов было менее выражено - единичный рост нормы накопления приводил к повышению фондоотдачи в 1,77 раза. Прогноз нормы накопления исходя из прогноза фондоотдачи по полученной модели показывает, что функция нормы накопления от фондоотдачи (см. рис. 10) в 2020-2030 гг. становится низкоэластичной, т. е. норма накопления перестанет зависеть от фондоотдачи. В частности, предполагается, что повышение нормы накопления с 0,26 в 2014 г. до 0,32 в 2030 г. будет происходить при неизменной фондоотдаче, стабилизировавшейся на уровне 0,48 руб. с 1 руб. основного капитала, что выражает эффект насыщения НТП и подтверждает прогноз о максимальных темпах НТП к 2030 г., сделанный по модели (9).

Исследование динамики макроэкономических показателей РФ (РСФСР) за 1956-2014 гг. приводит к следующим **выводам**. Динамика ВВП описывается двумя повышательными замедляющимися трендами, соответствующими периодам плановой экономики РСФСР и рыночной экономики РФ, разделенными трансформационным спадом в 1990-1999 гг. Динамика основного капитала, коррелируя с динамикой ВВП, характеризуется двумя по-

вышательными замедляющимися трендами, а трансформационный спад 1990-1999 гг. обусловил падение темпа прироста этого показателя до нуля; при этом общее свойство трендов 1956-1989 гг. и 2000-2014 гг. состоит в стабильном понижении темпа прироста капитала. Динамика инвестиций в основной капитал более тесно коррелирует с динамикой ВВП и также определяется двумя трендами, однако темпы прироста инвестиций по абсолютной величине зачастую превышают соответствующие индексы ВВП, показывая убывающий эффект мультипликации. Непосредственный анализ динамики ВВП, основного капитала и инвестиций косвенно демонстрирует две фазы волны большого цикла, поскольку средние темпы прироста ВВП и инвестиций в 1956-1989 гг. (3,3 и 6,4%, соответственно) ниже, чем темпы прироста в 2000-2014 гг. (4,6 и 8,8%, соответственно), а средние темпы прироста основного капитала, наоборот, упали с 7,4% в 1956-1989 гг. до 2,5% в 2000-2014 гг.; таким образом, просматривается понижательная фаза в 1956-1989 гг. и повышательная фаза в 2000-2014 гг.

Более отчетливо цикличность российской экономики проявляется при анализе структурных показателей. Сопоставление средних темпов прироста ВВП, основного капитала и инвестиций показывает замедление процесса выбытия основного капитала; к такому же выводу приводит статистически обоснованная зависимость между коэффициентом выбытия и отношением инвестиций к капиталу. Высокие темпы выбытия капитала, присущие понижательной фазе цикла в 1956-1989 гг. (коэффициент выбытия был в диапазоне 0,2-0,3) сменились низкими темпами (0,05-0,1) в повышательной фазе цикла в 2000-2014 гг. Аналогичные структурные сдвиги произошли в динамической модели занятости, темп прироста которой находится в тесной обратной связи с нормой накопления основного капитала: высокий уровень (0,062) автономного прироста занятости в понижательной фазе цикла в 1956-1989 гг. сменился низким уровнем (0,051) в повышательной фазе цикла в 2000-2014 гг. Этот структурный сдвиг отражает качественный скачок роста производительности труда в последний период, произошедший за счет преобладания эффекта

трудобережения от инвестиционного процесса над эффектом увеличения масштаба экономики.

Выявлено противоречивое влияние экономического цикла на показатели эффективности использования ресурсов: средние темпы роста производительности труда в 2000-2014 гг. существенно выше, чем в 1956-1989 гг. (3,7 и 1,1%, соответственно), а уровень фондоотдачи повысился незначительно по сравнению с минимальным значением (0,33) за весь период 1956-2014 гг., стабилизировавшись около 0,5. Следовательно, цикличность привела к сдвигу воспроизводственного процесса в направлении повышения фондоемкости за счет трудобережения.

Баланс между трудобережением и фондосбережением используемых в экономике технологий позволяет оценить проявление НТП через динамику соотношения фондоотдачи и нормы накопления, интерпретируемого как темп НТП. Темп НТП, определенный таким образом, демонстрирует цикличность с периодом 41 год и позволяет качественно детерминировать цикличность как замещение двух тенденций в фазах цикла. Тенденция снижения фондоотдачи с ростом нормы накопления наблюдалась для плановой экономики в 1956-1990 гг., выражая процесс замедления НТП в смысле сокращения удельной эффективности инвестиций; количественно негативное влияние динамики нормы накопления на динамику фондоотдачи в этот период было очень существенным, вызывая примерно семикратное снижение эффективности капитала. Тенденция роста фондоотдачи с ростом нормы накопления наблюдалась для рыночной экономики в 2000-2014 гг., демонстрируя процесс ускорения НТП, однако позитивное воздействие динамики нормы накопления на динамику фондоотдачи несоизмеримо слабее, чем в понижательной фазе цикла, вызывая прирост фондоотдачи в 1,77 раза. Сравнение эффективности НТП в понижательной и повышательной фазах цикла российской экономики показывает эффект насыщения, обусловленный нарастанием базы сопоставления с увеличением масштаба экономики.

Таким образом, трендовый анализ макроэкономической динамики российской экономики за длительный исторический пери-

од позволил сформировать действенные модели прогнозирования, прогнозы по которым согласуются с данными других исследований, уточняют некоторые тренды и прогнозы. В результате нашли статистическое подтверждение положения о линейной связи между коэффициентом выбытия и отношением инвестиций к капиталу, об обратной линейной связи темпа прироста занятости с нормой накопления основного капитала, о пропорциональности темпа НТП динамике соотношения фондоотдачи и нормы накопления, о пропорциональности фондоотдачи и нормы накопления. Прогнозы, сделанные на базе разработанных моделей, позволяют предсказать положительные, хотя и невысокие (2-5%) темпы изменения ВВП и инвестиций в основной капитал начиная с 2017 г., низкие темпы выбытия основного капитала (около 0,1) в 2020-2030 гг., снижение темпа прироста занятости в 2020-2030 гг. до отрицательных значений к концу этого периода, рост производительности труда с 2018 г. и стабилизацию фондоотдачи в 2020-2030 гг. на уровне 0,4, несмотря на высокие значения нормы накопления (0,25-0,32).

Представляется, что материалы статьи могут быть полезными всем, кто занимается исследованием динамики и взаимосвязей макроэкономических показателей, изучает факторы развития национальной экономики, а также органам государственной власти при разработке краткосрочных и долгосрочных прогнозов экономической динамики, при определении инерционных сценариев развития экономической ситуации, при обосновании путей и факторов ускорения социально-экономического развития страны, при разработке и корректировке конкретных государственных целевых программ.

¹ Гранберг А.Г., Зайкин В.С., Селиверстов В.Е. Российская Федерация в общесоюзной экономике (межотраслевой анализ) / ИЭОПП СО АН СССР. Новосибирск : Наука, Сиб. отд-е, 1981. 287 с.

² Ickes B.W. Cyclical fluctuations in centrally planned economies: A critique of the literature // Soviet Studies. 1986. № 38. P. 36-52.

³ Там же.

⁴ Смирнов С.В. Динамика промышленного производства и экономический цикл в СССР и Рос-

сии, 1861-2012. Москва : Изд. дом Высш. шк. экономики, 2012. 76 с.

⁵ Клепач А., Куранов Г. О циклических волнах в развитии экономики США и России (вопросы методологии и анализа) // Вопросы экономики. 2013. № 11. С. 7-8.

⁶ См.: Ивантер В.В., Узяков М.Н., Ксенофонов М.Ю. Будущее России: инерционное развитие или инновационный прорыв (долгосрочный сценарный прогноз) // Проблемы прогнозирования. 2005. № 5. С. 17-66; Ивантер В.В., Узяков М.Н., Широков А.А. Долгосрочное социально-экономическое развитие России: оценка потенциала экономического роста и технологического развития // Экономика региона. 2011. № 2. С. 239-242.

⁷ См.: Народное хозяйство РСФСР / Проект "Исторические материалы". URL: <http://istmat.info/node/21356>; Симчера В.М. Развитие экономики России за 100 лет: 1900-2000. Исторические ряды, вековые тренды, периодические циклы. Москва : Экономика, 2007. 683 с.; Федеральная служба государственной статистики : [официальный сайт]. URL: <http://www.gks.ru>; Harrison M. Accounting for War: Soviet Production, Employment, and the Defense Burden, 1940-1945. Cambridge : Cambridge University Press, 1996. P. 92; *Idem*. Trends in Soviet Labour Productivity, 1928-1985: War, Postwar Recovery, and Slowdown // European Review of Economic History. 1998. № 2. P. 171-200; Maddison A. The World Economy. Vol. 2. Historical Statistics. Paris : OECD, 2006.

⁸ Илларионов А. Как Россия потеряла XX столетие // Вопросы экономики. 2000. № 1. С. 4-26.

⁹ См.: Клепач А., Куранов Г. Указ. соч.; Смирнов С.В. Указ. соч.

¹⁰ Солоу Р. Перспективы теории роста // Мировая экономика и международные отношения. 1996. № 8. С. 75-95.

¹¹ Romer P. Increasing returns and long run growth // Journal of political economy. 1986. № 94. P. 1002-1037.

¹² Lucas R. On the mechanics of economic development // Journal of monetary economics. 1988. № 22. P. 3-42.

¹³ Harrod R. Scope and Method of Economics // Economic Journal. 1938. № 48. P. 383-412.

¹⁴ Domar E.D. Essays in the theory of economic growth. New York : Oxford University Press, 1957. P. 272.

¹⁵ См.: Гимпельсон В.Е., Капелюшников Р.И. Российский рынок труда : модель для выживания,

а не роста. URL: <http://www.trainings.ru/reviews/&id=13642>; Капелюшников Р.И. Конец российской модели рынка труда. Москва : Изд. дом Гос. ун-та - Высш. шк. экономики, 2009. 80 с.; Кононова Е.Н. Российская модель рынка труда: основные черты и тенденции трансформации // Вестник Самарского государственного университета. Серия "Экономика и управление". Самара, 2013. № 4 (105). С. 191-197.

¹⁶ Ивантер В.В., Порфирьев Б.Н., Широков А.А. Экономический рост и экономическая политика в России // ЭКО. 2014. № 2. С. 55-69.

¹⁷ Ивантер В.В., Узяков М.Н., Ксенофонов М.Ю. Указ. соч.

¹⁸ См.: Нугматулин Б.И. Прогноз электропотребления, ВВП, инвестиций в основной капитал в России на горизонте времени 7-10 лет и далее до 2030 г. URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=5114>; Серков Л.А. Взаимодействие экзогенных и эндогенных шоков на примере модели Самуэльсона - Хикса // Известия Уральского государственного экономического университета. 2015. № 2. С. 30-36.

¹⁹ Ивантер В.В., Узяков М.Н., Широков А.А. Указ. соч.

²⁰ Solow R.M. A contribution to the theory of economic growth // Quarterly Journal of Economics. 1956. № 70. P. 65-94.

²¹ См.: Гимпельсон В.Е., Капелюшников Р.И. Указ. соч.; Капелюшников Р.И. Указ. соч.

²² Там же.

²³ Ивантер В.В., Узяков М.Н., Широков А.А. Указ. соч.

²⁴ Ивантер В.В., Узяков М.Н., Ксенофонов М.Ю. Указ. соч.

²⁵ Там же.

²⁶ См.: Дубовский С.В. Динамика технологической структуры и экономический рост // Процессы глобального развития: моделирование и анализ. Москва : ВНИИСИ, 1984. Вып. 3. С. 30-48; Егоров же. Научно-технический прогресс в глобальном моделировании // Системные исследования : ежегодник. Москва : Наука, 1989. С. 112-135.

²⁷ Факторы экономического роста российской экономики / Р. Энтоу [и др.]. Москва : ИЭПП, 2003. 389 с.

²⁸ Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г.Г. Управление научно-техническим развитием. Москва : Наука, 1990. С. 4-12.

Поступила в редакцию 14.03.2017 г.